

*International Conference
FROM DELC TO VELSPACE
Plovdiv, 26–28 March 2014*

ИНТЕРАКТИВНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА МОДУЛИ ПО СТРУКТУРИ ОТ ДАННИ

**Валентина Дянкова, Стоян Капралов,
Милко Янков, Юмит Исмаилов**

***Резюме.** Представени са динамични интерактивни учебни инструменти, предназначени за обучение по темите „Стек“ и „Хеш-таблица“. Тези инструментите са част от разработваната от авторите веб-базирана система за обучение по Структури от данни. Прилагат се експериментално в съответните модули в курсове по Структури от данни (Шуменски университет), Алгоритми и структури от данни (Великотърновски университет), Синтез и анализ на алгоритми (Технически университет – Габрово).*

Keywords: интерактивни инструменти, структури от данни, активно учене, конструктивизъм

Mathematics Subject Classification 2010: 97D40, 97R99, 97U50

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Учебните програми на ACM (CS2013) определят курсовете “Fundamental Data Structures” и “Fundamental Data Structures and Algorithms” като базови за областите Software Development Fundamentals и Algorithms and Complexity [1]. В тези курсове се изучават абстрактни понятия, чието разбиране е важно условие за използването им в софтуерното инженерство. Експериментите с интерактивни инструменти, моделиращи изучаваните понятия, са едно добро средство за усвояване на такива знания. Тези инструменти могат да бъдат използвани като осъвременена интерпретация на конструктивистката теория за постигане на варианта на активно учене „учене в действие“ или „учене в и чрез опита“. Подобна организация на учебния процес изисква целенасочено планиране и контролиране. Проблематиката, която изследват авторите може да бъде диференцирана в следните направления:

- Организация на учебния процес в контекста на конструктивистката теория (или на активно учене)

- Избор на подходящ педагогически дизайн за използваните интерактивни инструменти

2. УЧЕБЕН ПРОЦЕС

Основен приоритет в обучението по структури от данни е усвояване на теоретични знания за интегриране на данните в подходяща система и практически умения за формална реализация на нейното поведение. Този приоритет, разгледан в контекста на трите нива на “Characteristics of Graduates” в CS2013, определя следните цели:

- усвояване на теоретични знания за специфичните свойства на всяка структура от данни;
- усвояване на умения за използване на софтуерния модел на всяка структура от данни;
- използване на усвоените знания и умения в реални задачи.

Остава открит въпросът как да се подобри разбирането на сложната теория и абстрактните концепции. Едно от възможните решения е да се премине от пасивното преподаване към активно учене (или към „учене чрез действие“). Целта е да се създаде среда, която активизира студентите в процеса на обучение. Следвайки моделите на проф. Vergin за активно учене [2], авторите са разработват йерархичен модел на информационните потоци при изучаването на структури от данни и го реализират в създадената от тях система за електронно обучение по структури от данни DSLearning (www.dsllearning.eu).

Разработеният модел на учебен процес при изучаване на понятия по структури от данни с DSLearning е подчинен и на четирите принципа на конструктивизма [5]: ученето зависи от знанията до момента; нови идеи се раждат при адаптиране и промяна на старите; обучението включва генериране на идеи, а не механично натрупване на факти; смисленото учене става чрез преосмисляне на стари идеи и поява на нови, които противоречат на старите. Изхождайки от същността на понятието, се осигурява неговото развитие на всеки следващ етап на задълбочаване на знанията, като се определя неговата същност на друго, по-високо ниво на организация. Всяко ниво се характеризира с определена система от знания и начин на формализация на тези знания. В съответствие с Patterns for Experiential Learning [3] DSLearning реализира три нива на въвеждане на понятията по структури от данни, които позволяват да се следи напредъка на студентите.

Първото ниво на организация на знанията следва класическото определяне на едно понятие като система от признаци. Системата DSLearning акцентира върху онази част от признаците, които могат да се отделят като съществени, обуславящи всички останали. Определянето на понятията по структури от данни в DSLearning чрез техните общи и съществени признаци насочва вниманието на студентите към съществените, инвариантни по отношение на произволен език за програмиране характеристики. Така системата интегрира

изискването в CS2013 за прехвърляне на тежестта от писането на код към логическа интерпретация на понятията (Problem solving skills [1]).

Усвояването на логически свързани фундаментални знания, интегрирани в саморазвиваща се система, позволява натрупването на факти за всяко ново понятие по структури от данни да става във връзка с останалите и да поставя нови цели. Това води към осъзнаване и обобщаване на знанията чрез създаване на вътрешни предварително обобщени модели на понятията по структури от данни. По такъв начин системата организира учебни дейности, които се основават на конструктивизъм, обединени от идеята за електронно обучение в [4].

Във второто ниво на организация на знанията се използва софтуерна формализация (клас) на изучаваното понятие. В него се работи за формиране на умения за логическо мислене в термините на определена система за формализиране на знания. Това изисква разбиране на функционалността и коректно използване на методите на съответния клас. За целта системата DSLearning предлага динамични интерактивни инструменти, които в режим на интерпретация визуализират действието на съответните методи.

Третото ниво на организация изисква използване на знанията, получени в първите две нива за решаване на реални задачи. Тук се формират умения за адаптивно прилагане на получените знания. Разработената среда предлага задачи, които развиват у студентите способности за откриване на: неизвестни признаци при структурирането на данните, съществени за разрешаването на поставен проблем; възможности за разширяване на функционалността на избрана структура в съответствие с разглеждан проблем; методи за моделиране на конкретен процес; логическо мислене в термините на конкретна система за формализиране на знанията, както и оптимизиране на създадените модели.

DSLearning е създадена като система за обучение с обратна връзка, използваща нелинейни алгоритми и организираща учебно-познавателна дейност в следния вид: цел, мотив, самостоятелна творческа дейност, резултат. При изграждането на веб-базираната среда е акцентирано върху предоставянето на помощни въпроси и задачи с по-ниска трудност в случаите, когато обучаемият даде грешен отговор. Този процес се управлява чрез разработен структурен модел на задача. Той е използван като основа за декомпозиране на задача до помощни задачи с по-ниска трудност. Подходът на обучение чрез взаимодействие на обучаемия със системата е комплексен. Системата не само обучава, но и едновременно проверява получените до момента знания от обучаемия. В зависимост от отговорите на обучаемия, тя може да промени хода на урока в едно или друго направление. Въздействието върху обучаемия от страна на системата се извършва чрез входни задачи в съответствие с придобитите от него до момента знания и умения. В зависимост от характера на въздействието от страна на системата, обучаемият приема определено, достоверно от негова гледна точка решение. Това решение той генерира като вход чрез интерфейса на системата. То

отразява степента на усвояване на учебния материал. Това решение се формализира по подходящ начин и се подава като вход на анализатора на грешки. В зависимост от приетите в програмното обезпечение критерии за оценка на знанията на обучаемия се определя ответно управляващо въздействие. То се интерпретира чрез подходящ информационен модел, който се предоставя на обучаемия във вид на проблемна ситуация. Обратната връзка във вид на реакция на обучаемия е основа за непрекъснато взаимодействие между системата и обучаемия.

3. ИНТЕРАКТИВНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИНСТРУМЕНТИ

Във второ и трето ниво на организация на знанията се изискват умения за коректно използване на класа на изучаваната структура. За изучаване на неговата функционалност авторите са разработили инструменти, които в интерактивен режим визуализират действието на методите на класа. Целта на задачите в трето ниво е да бъде получена програмна реализация на модел на даден процес чрез използване на определен клас. Това изисква от студентите добро познаване на синтаксиса и семантиката на методите на този клас. Усвояването на умения за тяхното прилагане предполага тежестта в учебния процес да се прехвърли от начините за реализация на един метод към спецификата на неговото действие и семантиката на параметрите му. В този смисъл авторите са си поставили за цел да създадат интерактивни инструменти, които да осъществят дидактическа промяна в преподаването на функционалността на даден клас в следните насоки:

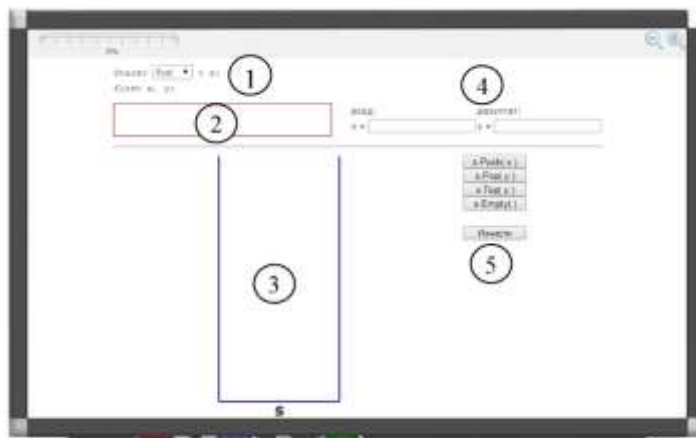
- А) Учебно съдържание. Промяната на учебното съдържание се изразява в:
- намаляване на енциклопедичния, информативен и теоретичен характер на преподавания материал;
 - опростяване на структурата при изучаване на методите на даден клас (премахване на детайли, схеми и модели, които нямат отношение към действието, резултата от даден метод).
- Б) Учебни дейности. Приети са определените от Wlodarski (1998):
- дейност, изразяваща се в достигане на изводи;
 - дейност на придобитите материали (когато лицето, което изучава обекта, не е участвало в неговото създаване);
 - дейности по организиране на съдържанието;
 - дейности по обяснение на резултата;
 - дейности, които не генерират познание, но обобщават, анализират.

Интерпретирането на тези насоки в принципите на конструктивизма е основа за определяне на базовата функционалност на интерактивните инструменти:

- асоцииране на свойствата в логическата структура на класа с действието на методите на този клас;
- формулиране на хипотези относно резултата от действието на даден метод;

- обяснение и мотивировка на резултата на даден метод.

Такива интерактивни инструменти са разработени за две от предложените в DS Learning теми – стек (Фигура 1) и хеш-таблица (Фигура 2). Те са достъпни по време на целия учебен процес и могат да бъдат използвани при решаването на задачи и от трите нива. Интерактивните инструменти за останалите теми са в процес на разработка.



Фигура 1.

Предложените интерактивни инструменти фокусират вниманието на обучаемите върху:

- А) начина за използване на класа – област ①. Списъчната контрола акцентира върху избора на тип за информационната част на елементите в структурите като задължително условие за използване. Ако такъв тип не бъде избран останалите области са недостъпни.
- Б) начина на обръщение към методите на класа – област ⑤. За всеки метод има команден бутон, чийто етикет съдържа обръщението към съответния метод.
- В) параметризацията на методите на класа и резултата, който те връщат – област ④. Изпълнението на произволен метод става с натискане на съответния команден бутон. Ако обучаемият предварително не е въвел в област ④ стойностите на необходимите за изпълнението на метода параметри, се визуализира прозорец за съобщения. Той съдържа информация както за параметрите на метода, така и за действията, които трябва да извърши обучаемият, за да получи резултат. При коректно зададени параметри резултатът се визуализира в съответното текстово поле.
- Г) визуализация на действието на методите на класа – област ③. Изпълнението на всеки от методите на класа е съпроводено с визуализация. Тя отразява промените (добавяне, изтриване, промяна на

елементи и др.) в обекта, които предизвиква изпълнението на съответния метод.

Д) обяснение за резултата от действието на съответния метод – област ②.



Фигура 2.

При всяко изпълнение на метод, съпроводено с извеждане на резултата и отразяване на промените в обекта, се извежда текст, който обяснява полученият резултат.

Действието на интерактивните инструменти може да бъде определено по следния начин: избира се типът на информационната част за дадената структура; попълват се коректно параметрите за даден метод и при натискане на съответния команден бутон се извършва визуализация на обновената структура от данни. Едновременно с това се изписват резултатът и кратко обяснение, което го обяснява и обосновава.

Най-общо логическата структура на интерактивните инструменти може да бъде дадена със схемата от Фигура 3:



Фигура 3.

Студентите могат да използват създадените интерактивни инструменти в две основни направления:

- А) разбиране на функционалните свойства на разглеждания клас – първоначално запознаване с методите на класа; усвояване на умения за коректно задаване на параметрите на методите; усвояване на умения за коректно обръщение към методите на класа;
- Б) решаване на задачи от второ и трето ниво на учебния процес.

4. ОПИТ

Системата за електронно обучение по Структури от данни се прилага от три години в курсовете по Структури от данни (Шуменски университет), Алгоритми и структури от данни (Великотърновски университет), Синтез и анализ на алгоритми (Технически университет – Габрово).

Системата DSLearning не е предназначена да замени лектора в преподаването, а да служи като допълнение към конвенционалния материал по описаните курсове. Тя е подходяща за първоначално запознаване с тематиката. Използването на системата в обучението на специалисти дава възможност за оптимално разпределение на учебното време. Самостоятелната работа на обучаемите със системата осигурява усвояване на знания и умения за характеристичните свойства на понятията по структури от данни и тяхната интерпретация като софтуерни обекти. Това освобождава аудиторната заетост за решаване на задачи със софтуерна практико-приложна насоченост. С това се постига увеличение на обема и качеството на усвоявания от обучаемите материал.

Ползата от използването на интерактивните инструменти може да бъде диференцирана в следните два аспекта:

- А) усвояване на умения за коректно използване на софтуерния модел на всяка структура от данни;
- Б) изместване на фокуса на вниманието на обучаемите от реализацията на методите към тяхната функционалност.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ефективността на учебния процес с DSLearning може да бъде определена в следните насоки:

- Стимулира самостоятелната работа на студентите. При грешен отговор на задача, студентът получава помощна информация, необходима за самостоятелно коригиране на допуснатата грешка. Системата цели не количествена оценка на верните отговори, а създаване на рефлексивна среда за усвояване на знания.
- За изясняване на същността на всяко понятие се изхожда от практическата му приложимост и не се налагат ограничения за необходими знания по програмиране. Тежестта се измества от

реализацията на основните операции за една структура от данни към тяхното използване в реални задачи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ACM/IEEE-CS Joint Task Force: Computer Science Curricula, 2013.
- [2] Eckstein, J., J. Bergin and H. Sharp, *Patterns for Active Learning*, PloP, (2002).
- [3] Eckstein, J., K. Marquardt, M. Manns and E. Wallingford, Patterns for Experiential Learning, Submission to the PPP pattern language project on experiential learning.
- [4] Chunhua, Z., E-learning: The New Approach for Knowledge Management (KM), *2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering*, CSSE, vol. 5, 2008, 291–294.
- [5] Fosnot, C., *Enquiring Teachers, Enquiring Learners: A Constructivist Approach to Teaching*, Teachers College Press, 1989.

Валентина Дянкова
Милко Янков
Юмит Исмаилов
Шуменски университет
Шумен, 9700
България
valentina.dyankova@gmail.com

Стоян Капралов
Технически университет Габрово
Габрово, 5300
България
s.kapralov@gmail.com

INTERACTIVE LEARNING TOOLS FOR DATA STRUCTURES MODULES

**Valentina Dyankova, Stoyan Kapralov,
Milko Yankov, Yumit Ismailov**

Abstract. *Dynamic interactive learning tools for teaching the topics “Stack” and “Hash Tables” are presented. These tools are part of the system developed by the authors designed for improving Data structures education. The tools are applied experimentally in the corresponding modules of university courses on Data Structures (Shumen University), Algorithms and Data Structures (Veliko Tarnovo University), Design and Analysis of Algorithms (Technical University of Gabrovo).*